

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2002-518777
(P2002-518777A)

(43) 公表日 平成14年6月25日 (2002.6.25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 5/455

G 1 1 B 5/455

D 3 J 1 0 4

F 1 6 C 29/02

F 1 6 C 29/02

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2000-555244(P2000-555244)
(86) (22) 出願日 平成11年6月15日 (1999.6.15)
(85) 翻訳文提出日 平成12年12月12日 (2000.12.12)
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 1 3 4 4 0
(87) 国際公開番号 W O 9 9 / 6 6 4 9 8
(87) 国際公開日 平成11年12月23日 (1999.12.23)
(31) 優先権主張番号 0 9 / 0 9 9 , 0 4 6
(32) 優先日 平成10年6月17日 (1998.6.17)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

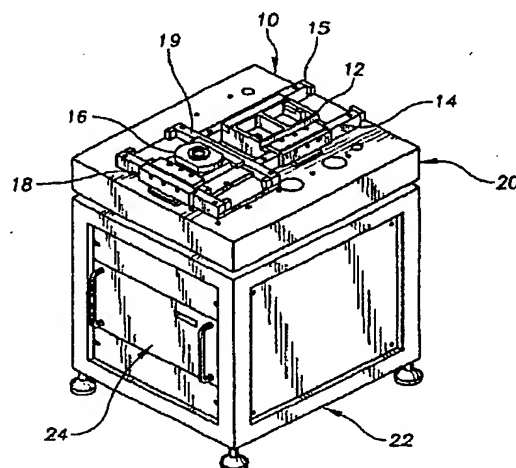
(71) 出願人 ドーバー インストルメント コーポレイ
ション
アメリカ合衆国 01581 マサチューセッ
ツ、ウエストバラ、フランダース ロード
200、ビーオーボックス 200
(72) 発明者 フィリップ エム. グリーン
アメリカ合衆国 02043 マサチューセッ
ツ、ヒンガム、アイザック スプレイグ
ドライブ 6
(74) 代理人 弁理士 倉内 基弘 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高安定性の旋回スタンドブラットホーム

(57) 【要約】

分割された軸線を有する旋回スタンドブラットホームが提供される。ブラットホームは、試験ディスクを支持し、第1の軸線に沿って1つの平面上の1つの平面内で移動するように拘束された空気軸受スピンドルステージ (16) を含む。第1の軸線と直交する第2の軸線に沿って前記表面上の前記平面内を移動するように拘束された空気軸受微小位置決めステージ (12) が設けられる。空気軸受微小位置決めステージが試験下の読み取りヘッド要素を支持するようになっている。第1及び第2の各アクチュエータが各ステージを所望の位置に移動する。所望の位置において空気軸受から空気が除去され、各ステージが所望の位置で前記表面に錠止される。各空気軸受が真空前負荷され、リニアモーターを使用して各ステージを移動するのが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試験ディスクを支持し且つ第1の軸線に沿って1つの表面上の1つの平面内を運動するための空気軸受スピンドルステージと、

第1の軸線と直交する第2の軸線に沿って前記表面上の前記平面内で運動するべく拘束され、読み取りヘッド要素を支持するようになっている空気軸受微小位置決めステージと、

空気軸受スピンドルステージを第1の軸線方向に沿った所望の位置に移動させるための第1のアクチュエータと、

空気軸受微小位置決めステージを第2の軸線方向に沿った所望の位置に移動させるための第2のアクチュエータと、

空気軸受スピンドルステージ及び空気軸受微小位置決めステージの各空気軸受から空気除去し、空気軸受スピンドルステージおよび空気軸受微小位置決めステージを所望の各位置で前記表面に錠止させるための装置と、

から成る旋回スタンドプラットフォーム。

【請求項2】 空気軸受スピンドルステージ及び空気軸受微小位置決めステージのための空気軸受が真空前負荷される請求項1の旋回スタンドプラットフォーム。

【請求項3】 各空気軸受に空気を送るための急速排出弁を含んでいる請求項2の旋回スタンドプラットフォーム。

【請求項4】 高い前負荷力を発生させるための中央の大真空領域と、各空気軸受から急速に空気除去するための、空気軸受の入口に近接した小真空領域とを含んでいる請求項2の旋回スタンドプラットフォーム。

【請求項5】 第1のアクチュエータ及び第2のアクチュエータとがリニアモーターである請求項1の旋回スタンドプラットフォーム。

【請求項6】 空気が流入する離間した複数の入口領域と、該入口領域間に配置された真空領域とを含む空気軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、コンピュータのハードディスクドライブで使用する読み取りヘッド及び書き込みヘッドの各アセンブリを試験するための高安定性の旋回スタンドプラットフォームに関する。

【0002】

ここ10年間、ハードディスクドライブの記憶容量は劇的に増大した。こうした記憶容量の増大は、部分的には、読み取り及び書き込み用の各ヘッドの磁気感度上の技術開発が急速に進んだことによるものである。技術開発上のこの急速な進展により、読み取りヘッドの製造は要求が極めて厳しいものとなり、その結果、製造される事実上全ての読み取りヘッド、そして恐らくは先進技術的なヘッドの全てについて受け入れ試験を実施する必要がある。

【0003】

読み取りヘッドの電気的特性は、斯界では電気テスターとして知られる試験装置を使用して受け入れ承認される。この試験装置には、実際のディスクドライブの読み取りヘッドの動きを模擬する運動プラットフォームが組み込まれている。運動プラットフォームは、通常、粗い位置決めステージと、空気軸受微小位置決めステージとを含む。電気テスターには、読み取りヘッド要素を試験する高性能のエレクトロニクスもまた組み込まれる。読み取りヘッド要素の電気的な受け入れ承認は常に厳しいものではあったが、電気テスターの技術的に入手し得る運動条件の限界が押し広げられたのはつい最近のことである。

【0004】

上述の如く、2ステージ式の運動プラットフォームは、代表的には粗い位置決めステージと空気軸受微小位置決めステージとから成り立つ。コンピュータのディスクドライブではデータはディスクの螺旋状のトラックに沿って記憶される。各トラック間の半径方向間隔は、現在のところ約2.5cm(1in)当たり10000トラックもの稠密さであり、将来的には同30000トラックとする計画がある。読み取りヘッドの性能を受け入れ承認するためには、ヘッドをトラッ

ク間隔よりも2桁(10²)少ない運動増分量づつ移動させる能力があることが望ましい。約2.5cm(1in)当たり10000トラックの場合、この運動増分量は約25ナノメートル(1 μ in)となる。このような微小運動は、付加電圧に応じて拡大縮小する圧電結晶を代表的に含む空気軸受微小位置決めステージで実施される。この空気軸受微小位置決めステージの移動範囲は代表的には10 μ メートルと極めて狭いために、ディスク上の異なる位置で読み取りヘッドを試験する場合は、空気軸受微小位置決めステージ全体を再位置決めしなければならない。電気テスターはその大抵の形態において、必要な全移動範囲は100~150mmである。読み取りヘッドは、角度の付いた通路(ヘッドはレコードプレーヤーと同様にスウィングアームに取り付けられる)に沿ってディスクドライブの外側半径位置から内側半径位置へと移動する。従って、ヘッドの相対角度はサーボトラックの正接ベクトルに関して変化する。このように変化する角度はスキュー角度と称され、このスキュー角度の変化はヘッド性能に影響を及ぼす。しかしながら、ある電気テスターではヘッドはデカルトXY平面内を移動する。ヘッドを様々なXY位置に移動させることでスキュー角度の全範囲が再現され得ることは数学的に示され得る。この特性から、こうした電気テスターは、ディスク直径及び駆動アームの旋回角度が変化する異なる形態のディスクドライブに対する高い融通性がある。

【0005】

電気テスターの代表的試験シーケンスは、空気軸受微小位置決めステージのフィクスチャ(しばしば“ネスト”と称される)内に取り付けた曲げアームに取り付けた読み取りヘッドから成る読み取りヘッドアセンブリを使用して開始される。磁気ディスクを支持するためのスピンドルの、代表的には7200rpmである運転速度が14400rpmに加速される。粗い位置決めステージが、読み取りヘッドを第1の試験位置に移動させ、読み取りヘッドは、隣接するトラックを消去して試験トラックと、内側及び外側に隣り合う各トラックのためのディスク上の全ての磁気情報を消去するよう指令される。次いで、読み取りヘッドは、ある有限長さ、代表的にはディスクの1回転未満の長さにおいてディスクにデータストリームを書き込むように指令される。次いで、空気軸受微小位置決めステー

ジがヘッドを、“トラック外の”、通常は次ぎに隣り合うトラックの所定位置に移動し、この場所から試験トラックの磁気情報が検出され得ないことを検証する。次いで、空気軸受微小位置決めステージは試験トラックを横断して25ナノメートルもの小さい運動増分量分移動して、ディスクの半径方向位置に対する試験トラックの磁気データの強さの相関を取る。読み取りヘッド及び書き込みヘッドを相互位置付けしない多くの新型ヘッドでは、読み取り及び書き込みヘッドの相対間隔もまたこの試験で決定される。次いで、粗い位置決めステージが引き続く試験位置に移動され、上述の各段階が反復される。試験の終了に際し、粗い位置決めステージはロード位置に完全に引き込まれ、読み取りヘッドアセンブリが、未試験のアセンブリのために交換される。

【0006】

試験シーケンスのための合計サイクル時間を最適化するために、空気軸受微小位置決めステージでの個別の運動増分量の移動時間（移動時間並びに、例えば10ナノメートルの安定化帯域内に整定するための時間の両方）を、ディスクが一回転するに要する時間（例えば、14400rpmでの0.0043秒）未満内に完了させるのが非常に望ましいが、この目標は、既存の設計形状の装置では現在のところ達成することができない。

【0007】

従来の電気テスターの原理上の要素は、高速の空気軸受スピンドルと、2つのステージ運動システム（即ち、粗い位置決めステージ及び空気軸受微小位置決めステージ）である。既存の電気テスターは、空気軸受式であれ、機械式であれ、代表的には、積層したXYステージを使用する設計形状を有している。積層式のステージは、その積層構造の力学上、空気軸受微小位置決めステージの能力が制限される。各ステージを堅固に作成した場合でさえも、各ステージのための構造力学は、結局、ステージの直交軸のための駆動アクチュエータの限界で決まってしまう。各ステージでは、代表的には、剛性的に制約のあるリードネジが使用される。剛性の積み重ね式のステージ設計形状の大抵のものは、固有振動数が200Hz未満である第1モードを有し、かくして、外部的な振動による1回の揺動には0.005秒の時間を要する。従って、微小ステージからの反力によって、

10ナノメートルの安定化帯域を上回る大きさでの位置の摂動が生じると、微小位置決めのための移動を5マイクロ秒以下で実施するという目標を達成することは不可能になる。実際上は、粗い位置決めステージの第1モードでの固有振動数は1kHzを超えることが望ましい。

【0008】

ディスクドライブの記憶密度が増大し続けていることから、現在開発されている読み取り／書き込み用の各ヘッドのための試験では、現在の技術では達成することが困難な位置安定性水準が要求される。更には、市場が競争的であることによる価格的压力から、製造スループットを増大することが常に要求される。その結果、今や、旋回スタンドブラットホームには、試験下の読み取りヘッドをより素早く移動させると同時に、高水準の位置安定性を提供することが求められる。粗い位置決めステージのための代表的な安定条件は、数秒間、位置が±10ナノメートル以上変動しないことである。追加的条件は、位置決めされた粗い位置決めステージが極めて剛性であり、圧電結晶を使用した、移動する空気軸受微小位置決めステージからの反力及び回転するスピンドルからの不均衡力とによって、粗い位置決めステージに誘起される運動（振動形態での）が極めて小さいことである。読み取りヘッドのスピンドルに関する相対位置は、±10ナノメートルの帯域内で安定状態に維持されるべきである。かくして、粗い位置決めステージの運動は性能上のこの水準に歩み寄るものとなる。

本発明の旋回スタンドブラットホームは、既存の旋回スタンドブラットホームを上回る重要な幾つかの利益を提供する。主要な利益は、試験下の位置的安定性の領域におけるものである。本発明の旋回スタンドブラットホームは、コンピューターのディスクドライブのトラックの半径方向間隔がより稠密化されることによる厳しい条件を収受し得るものである。

【0009】

（解決しようとする課題）

市場で要求される高い位置安定性及びスループットを提供する高安定性の旋回スタンドブラットホームを提供することである。

【0010】

(課題を解決するための手段)

本発明は1様相において、試験ディスクを支持し且つ第1の軸線に沿って1つの表面における平面内を運動するように拘束された、空気軸受スピンドルステージを含んでいる。前記表面の、前記第1の軸線と直交する第2の軸線に沿った平面内を運動するように拘束された、空気軸受微小位置決めステージが、読み取りヘッド要素を支持するようになっている。空気軸受スピンドルステージを第1の軸線に沿った所望の位置に移動させるための第1のアクチュエータと、空気軸受微小位置決めステージを第2の軸線に沿った所望の位置に移動させるための第2のアクチュエータとが設けられる。空気軸受スピンドルステージと空気軸受微小位置決めステージの各空気軸受から空気を除去して、これら各ステージを所望位置で前記表面上に錠止するための装置が設けられる。好ましい実施例では、各ステージのための各空気軸受には真空により前負荷が加えられ、これが各ステージを然るべき試験位置にしっかりと保持する。他の実施例では、各空気軸受に、これらの空気軸受を急速に移動させるための空気を供給する急速放出弁が設けられる。

本発明の他の様相において、空気軸受は、大きい前負荷力を発生させるための中央の大真空領域と、空気軸受から空気を急速に除去するための、空気軸受入口に接近した小真空領域とを含む。

【0011】

(発明の実施の態様)

本発明の旋回スタンドブラットホームの性能上の改善は、軸線を分離して、一方の軸線が試験下の読み取りヘッドを支持する空気軸受微小位置決めステージを担持し、他方の軸線が、磁気ディスクを支持する空気軸受スピンドルステージを担持するようにしたことに基づくものである。運動中の両ステージは、リニアモーターで直接駆動される摩擦のない空気軸受の移動軸線である。しかしながら、ステージが試験位置に到達すると空気軸受から空気が除去され、各ステージは真空前負荷され、優れた剛性を提供する花崗岩表面と直接接触する状態となる。以下に説明するように、空気軸受から非常に急速に空気をパージさせ得る技法が開示される。また、両ステージから空気が除去されるようにしたこと、磁気ディ

スクと試験下のヘッドとの間の相対高さの変化はなくなる。本発明の真空錠止された各ステージによれば、伝統的な積層式ステージではなし得なかった、1 kHzよりも高い要求堅さ（スチフネス）が提供される。

【0012】

図1を参照するに、高安定性の旋回スタンドブラットホーム10が空気軸受微小位置決めステージ、即ち、空気軸受微小位置決めキャリッジ12を含んでいる。当業者には、空気軸受微小位置決めキャリッジ12が、圧電アクチュエータのような微小位置決めモジュール（図示せず）を含み、試験下の読み取りヘッド（図示せず）がこの微小位置決めモジュールによって担持されることを認識されよう。空気軸受微小位置決めキャリッジ12は、リニアモーター14の制御下に単一の軸線に沿って移動する。増分量エンコーダ15が空気軸受微小位置決めキャリッジ12に応答する。

【0013】

空気軸受スピンドルステージ、即ち、空気軸受スピンドルキャリッジ16が、磁気ディスク（図示せず）の回転を支持する。空気軸受スピンドルキャリッジ16は、リニアモーター18の制御下に、増分量位置エンコーダ19に応答して空気軸受微小位置決めキャリッジ12の運動方向と直交する軸線に沿って移動する。空気軸受微小位置決めキャリッジ12及び空気軸受スピンドルキャリッジ16は、円滑且つ平坦な花崗岩台座20に載置される。鋼製の支持フレーム22が、代表的には空気分離システムを介してこの花崗岩台座20を支持する。支持フレーム22は、運動制御体24及びその他のエレクトロニクス、並びに図示しない空気支持機器をも支持する。運動制御体24は、図示しないホストコンピュータとインターフェースする移動制御カードを収蔵し、各キャリッジをして、サーボ制御下に各軸線に沿って移動せしめる。運動制御体24には各移動軸線のための電源もまた格納される。

【0014】

本発明の軸線分割構成によれば、空気軸受微小位置決めキャリッジ12と、空気軸受スピンドルキャリッジ16とが、花崗岩台座20の表面上の同じ平面内を移動することが可能となる。この形態によって、空気薄膜を除去した場合の磁気

ディスクと試験下の読み取りヘッドとの間の高さ上の正味の差がなくなる。真空前負荷を使用することにより、各キャリッジは試験位置に剛性保持される。伝統的な移動軸線方式のものは、スピンドルにおける回転の非一様性に基づく周期的負荷を排除するための十分な剛性を有さず、かくしてこうした形態で使うことができなかった。しかしながら、真空錠止技法を使用することで、こうした分離軸線形態を利用することが可能となる。以下に議論するように、空気／真空軸受を使用する設計形状において、本発明の旋回スタンドプラットフォームの高性能化に貢献するところの、各軸受からの空気の急速な除去を容易化するための高い前負荷力を空気軸受パッド内に達成するための、中央の大真空領域及び小真空領域が使用される。

【0015】

図2及び図3には、本発明の高安定性の旋回スタンドプラットフォームで使用する空気軸受表面が示される。従来技術の項目で説明したように、空気軸受は、圧縮空気を2枚の平坦なプレート間の隙間に導入することで形成される。空気軸受に負荷を支持させるためには、各プレート間の領域を正圧化する必要がある。空気は極めて低粘性のものであるために、2枚のプレート間の隙間は、各プレート間と空気との表面摩擦が空気の流れを拘束するように非常に小さいものとするべきである。代表的にはこの隙間は5～10 μ メートルのオーダーのものである。こうした非常に小さい隙間はまた、各プレートの2 μ メートルのオーダーでの平坦化が要求され、それ故に空気軸受の製造は困難なものとなっている。

【0016】

各プレート間の隙間内の圧縮空気は自然膨張して隙間を広げる。空気が膨張するに従い空気薄膜の圧力が減少し、結局、この空気薄膜の堅さ（スチフネス）を減少させる。空気薄膜は堅い方が望ましいことから、各プレート間の隙間は減少されるべきである。こうした隙間の減少は、空気薄膜の圧力に対する反力を導入することで達成される。この運転モードは空気薄膜の“前負荷”と称される。前負荷は、重さ（重力）、磁力、或いは本実施例では真空引きによって、空気軸受、即ち各キャリッジに反向する力を適用することで達成することができる。

【0017】

図2及び図3には真空領域が陰影を付けた部分として示されている。図2に示す空気軸受微小位置決めキャリッジ12は、中央の大真空領域30と、それよりも小さい小真空領域32とを含む。大真空領域30及び小真空領域32は、主たる空気軸受表面と平行な凹表面である。これらの真空領域を脱気して生じさせた負圧が前負荷となる。図3の空気軸受スピンドルキャリッジ16は、同様の大真空領域34及び小真空領域36を含んでいる。各キャリッジは、圧縮空気がそこを通してキャリッジ内に導入されるオリフィス38をも含んでいる。各オリフィス38の周囲は楕円形状部分40とされ、この楕円形状部分40はキャリッジ表面から12 μ メートルのオーダーで若干凹状となっている。楕円形状部分40はキャリッジ内の圧力を安定化させると共に、供給される空気を一様に分配する。

【0018】

本発明における空気軸受の設計形状の、従来からの空気軸受のそれと異なる点は、大真空領域30及び34に加えて、小真空領域32及び36を入口オリフィス38の間部分に含んでいることである。空気圧力の供給が停止されると、空気軸受への前負荷に加えて、これらの各真空領域もまた、空気薄膜を脱気する。こうした形態により、本発明の空気軸受は急速に“錠止”される。小真空領域32及び36が無い場合には空気薄膜を各プレート間から“しごいて”排除する必要がある。小真空領域を加えることで、錠止後にシステムが完全に安定化するために要する時間は著しく短縮される。

【0019】

図4に示すような“急速放出”弁50を使用して空気軸受微小位置決めキャリッジ12及び空気軸受スピンドルキャリッジ16に空気を送るのが好ましい。送られた空気はソレノイド制御された空気弁（図示せず）を使用して電子的に断続される。ソレノイド弁の流れが限定される問題を解決するために、各キャリッジへの空気入口位置に急速放出弁50が使用される。急速放出弁50は、可動のゴムシール52を使用する。可動のゴムシール52は、急速放出弁内の、大きな、自由流れ排出ポート54を開閉する。排出ポート54は、入口56位置の供給圧が各キャリッジ（及び出口ポート58）での圧力よりも高い限り閉鎖される。入

口位置の供給圧が降下する（ソレノイド弁が閉鎖）とすぐに、ゴムシール52が排出ポート54を開放し、各キャリッジ内の圧力を急速に低下させる。かくして、急速排出弁50を設けることで、ソレノイド弁を遠隔位置に位置付けることが可能となる。空気は、空気圧が制限されることにより、空気ホースを通して移動してソレノイドを通して排出されるよりもずっと急速に排出される。好適な急速放出弁50は東京のSMC P n e u m a t i c社から入手することができる。

【0020】

本発明のシステムによれば、可動部品が無く、損耗のない、潤滑或いは定期部品交換のメンテナンスを必要としない、摩擦のない運動が提供される。この利益は、潤滑と定期部品交換とを共に必要とするリードネジ及び回転要素軸受を使用する運動ステージに勝るものである。

【0021】

運転に際し、運動制御体24がリニアモーター14及び18を制御して、空気軸受スピンドルキャリッジ12及び16を位置エンコーダー15及び19により監視された所望の位置に移動する。各キャリッジが所望位置に到達すると、急速放出弁50を通して各キャリッジから空気が急速に除去され、各キャリッジは花崗岩台座20に錠止される。この際、空気軸受微小位置決めキャリッジ12に担持された微小位置決めモジュールが微小位置決めを実行する。図5には、本発明のスプリットステージ設計形状の代表的な整定動作が示される。この例では、ステージの安定水準は、50ミリ秒で運動が完了する内に±10ナノメートルに達した。この性能は例外的なものではあるが、リニアモーターで駆動される各キャリッジ12及び16が、交換対象としてのリードネジ式の各ステージにおけるよりもずっと速い移動速度を提供する点はずっと劇的なものでさえある。図5に示されるデータは、毎秒350mmのピーク速度及び0.2gの加速度下に移動する空気軸受微小位置決めキャリッジ12を使用して取られたものである。これらの移動パラメータを使用した場合の100mm全移動及び整定時間（ブレーキ釈放、移動及びブレーキ再係合を含む）は、従来のリードネジ式の各ステージにおけるそれが1.0～1.5秒であるのに対し600ミリ秒であった。かくして、本発明の高安定性旋回スタンドプラットフォームによれば、市場で要求される高い

位置安定性及びスループットが提供される。

【0022】

以上、本発明を実施例を参照して説明したが、本発明の内で種々の変更をなし得ることを理解されたい。

【0023】

(発明の効果)

市場で要求される高い位置安定性及びスループットを提供する高安定性旋回スタンドプラットフォームが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の高安定性の旋回スタンドプラットフォームの斜視図である。

【図2】

空気軸受微小位置決めステージにおける空気軸受を底部から見た平面図である。

【図3】

空気軸受スピンドルステージの空気軸受を底部方向から見た平面図である。

【図4】

本発明で使用するための急速放出弁の断面図である。

【図5】

真空錠止された空気軸受のための位置整定状況を示すグラフである。

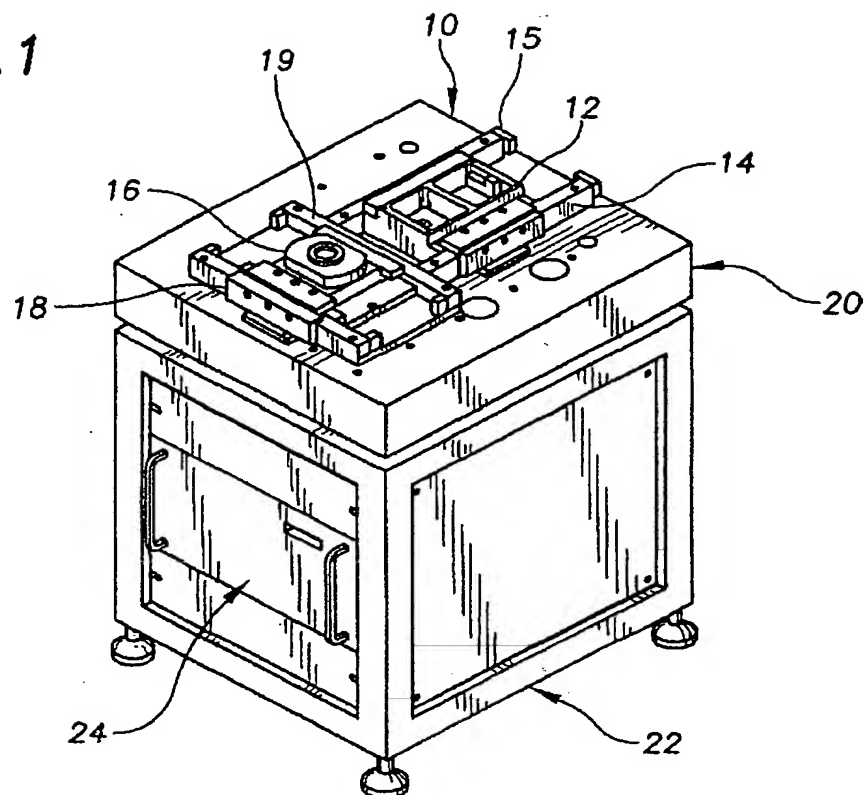
【符号の説明】

- 10 旋回スタンドプラットフォーム
- 12 空気軸受微小位置決めキャリッジ
- 14、18 リニアモーター
- 15、19 増分量エンコーダ
- 16 空気軸受スピンドルキャリッジ
- 20 花崗岩台座
- 22 支持フレーム
- 24 運動制御体

- 30、34 大真空領域
- 32、36 小真空領域
- 38 入口オリフィス
- 40 楕円形状部分
- 50 急速放出弁
- 52 可動のゴムシール
- 54 排出ポート
- 58 出口ポート

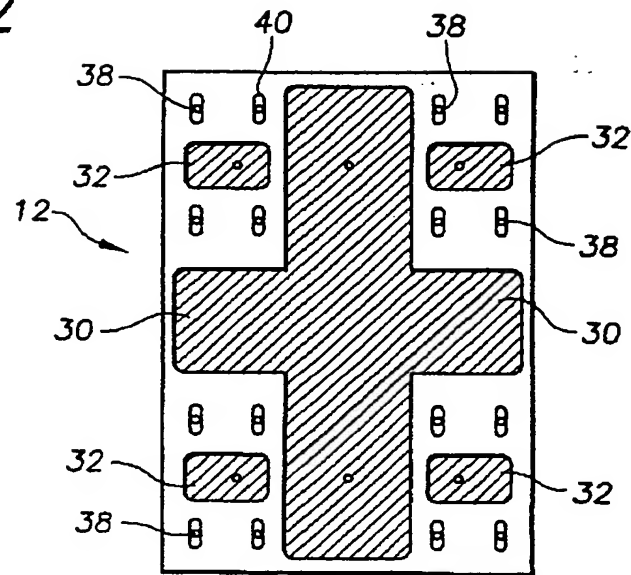
【図1】

FIG.1

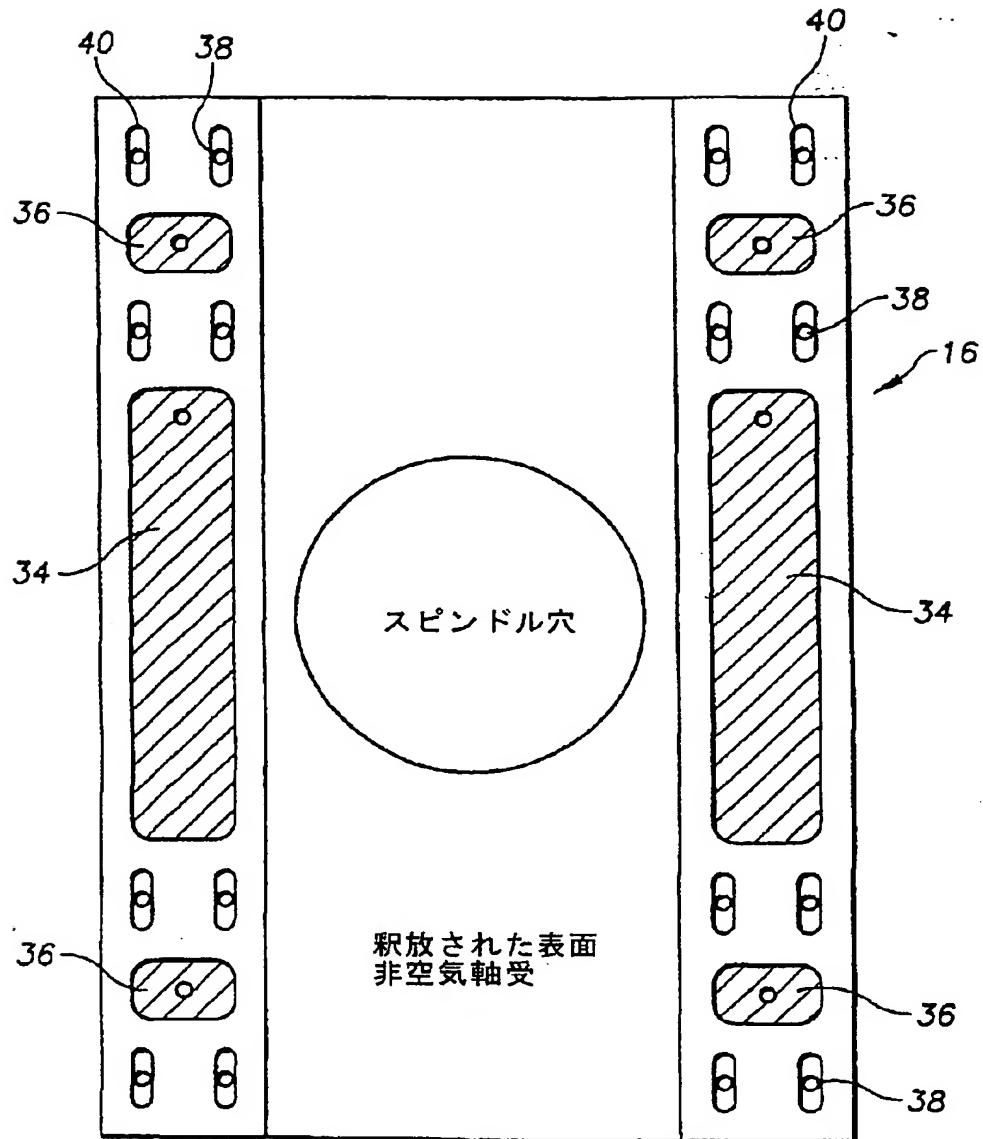


【図2】

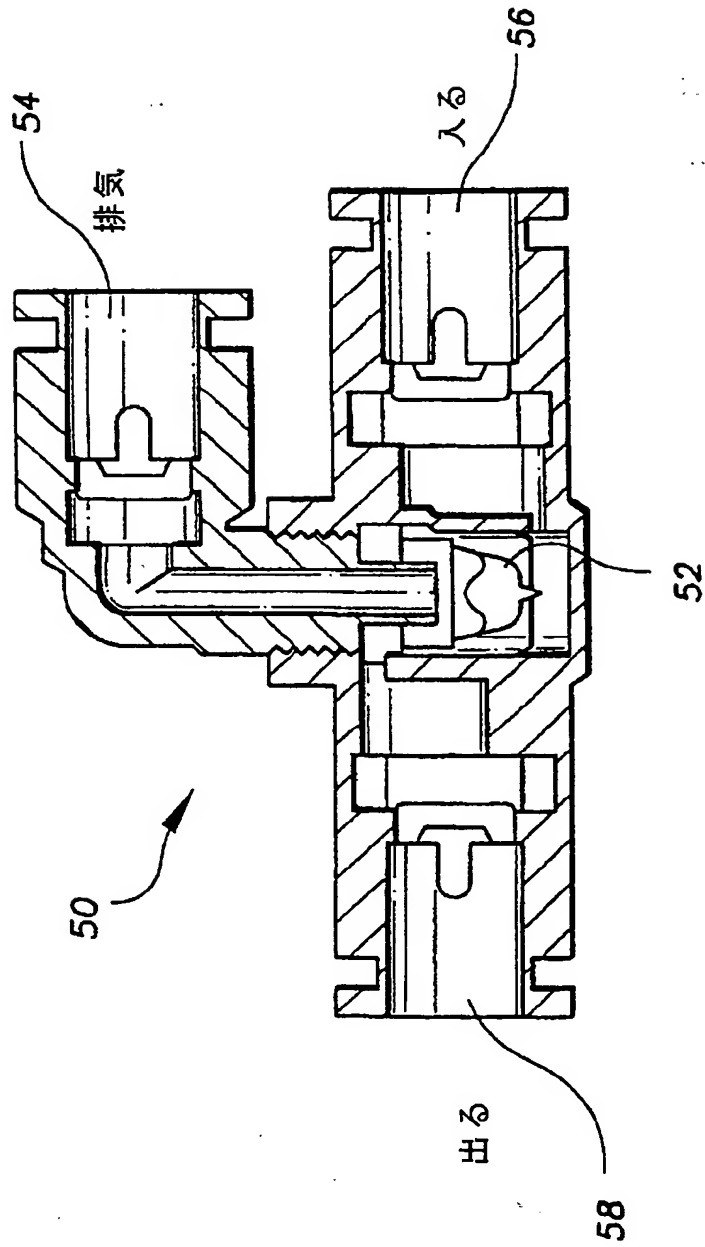
FIG.2



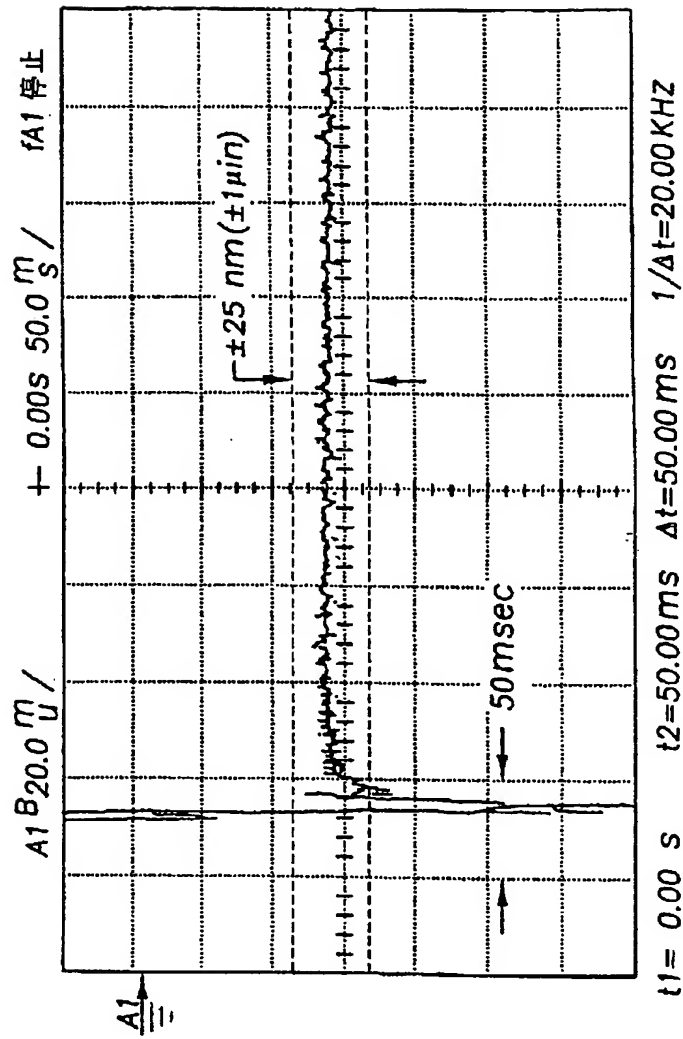
【図3】



【図4】



【図5】



アナログ	状態	ボルト/div	位置	カップリング	BW 限界	インバート	プローブ
A1	オン	20.00 mV	54.37 mV	dc	オン	オン	1:1 A
A2	オフ	10.00 mV	0.00C V	dc	オフ	オフ	1:1 A

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
US 99/13440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G11B5/455 F16C29/02 52301/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G11B F16C B23Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 902 971 A (NAHUM GUZIK ET AL) 20 February 1990 (1990-02-20) column 3, line 16 - line 38; figure 2	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 96, no. 10, 31 October 1996 (1996-10-31) & JP 08 161717 A (KYODO DENSHI SYST KK), 21 June 1996 (1996-06-21) abstract	1
A	"Multihead Flyability Tester" IBN TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 32, no. 98, February 1990 (1990-02), pages 57-58, XP002116604 USA * The whole document *	

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 September 1999

Date of mailing of the international search report

21/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5616 Patentlaan 2
NL - 2250 MV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 551 opd nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chaumeron, B

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
US 99/13440

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 114 302 A (CLAUDIO MEISSER ET AL) 19 May 1992 (1992-05-19) column 3, line 13 - line 16 column 3, line 58 - line 64; figures 4,5A	6
X	DE 25 14 051 A (TRANSINTOP) 7 October 1976 (1976-10-07) page 5, paragraph 5 -page 6, paragraph 1; figures 1,2 page 7, paragraphs 2,3	6
A	US 4 778 143 A (YOSHIHITO KOSHIBA) 18 October 1988 (1988-10-18) * The whole document *	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

US 99/13440

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family members:	Publication date
US 4902971	A	20-02-1990	WO 9003033 A	22-03-1990
JP 08161717	A	21-06-1996	JP 2849554 B	20-01-1999
US 5114302	A	19-05-1992	AT 102413 T	15-03-1994
			DE 3888102 D	07-04-1994
			EP 0317787 A	31-05-1989
			HK 1000173 A	16-01-1998
			JP 1216734 A	30-08-1989
DE 2514051	A	07-10-1976	NONE	
US 4778143	A	18-10-1988	JP 61004633 A	10-01-1986

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AU, CA, CN, CZ, HU, IL, IN, JP, KR, MX, NO, PL, RU, SG

(72)発明者 スティーブン エル. ヒーロー
アメリカ合衆国 01591 マサチューセツ
ツ、ウエストバラ、ハンドレッズ ロード
10

(72)発明者 マイケル ディー. タウンゼンド
アメリカ合衆国 01568 マサチューセツ
ツ、アップトン、イースト ストリート
216

Fターム(参考) 3J104 AA52 BA62 BA80 DA13 EA02